

Kalle Ahola

**VIIVAKOODIJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTON TUTKIMINEN
ASPOCOMPIN MATERIAALIVIRRASSA**

VIIVAKOODIJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTON TUTKIMINEN ASPOCOMPIN MATERIAALIVIRRASSA

Kalle Ahola
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Kalle Ahola

Opinnäytetyön nimi: Viivakoodijärjestelmän käyttöönoton tutkiminen Aspocompin materiaalivirrassa

Työn ohjaaja: Pentti Huhtanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 40 + 1 liite

Tämä opinnäytetyö tehtiin Aspocomp Group Oyj:n toimeksiantona ja siinä selvitettiin, minkälaisia muutoksia viivakoodijärjestelmän käyttöönotto aiheuttaisi yrityksen nykyiseen järjestelmään. Lisäksi opinnäytetyössä selvitettiin erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja, miten viivakoodijärjestelmä toteutettaisiin ja minkälaisia hyötyjä viivakoodijärjestelmästä voitaisiin saada.

Tehtaalla nykyisessä järjestelmässä kemian varastojen käytölle ei ole mitään automaattista järjestelmää, vaan varastomies seuraa kemioiden kulumista silmä määräisesti päivittäin. Lisäksi varastotapahtumat kirjataan manuaalisesti. Kaikki varastokirjaukset tehdään käsin, joten näppäilyvirheen riski on suuri. Opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään, miten varastokirjaukset saataisiin automaattisiksi.

Työ aloitettiin tutustumalla viivakoodin teoriaan verkkojulkaisuja ja alan kirjallisuutta lukemalla, minkä jälkeen käytiin läpi yrityksen nykyisen järjestelmän toimintaa ja ongelmakohtia. Työssä tutustuttiin myös RFID-teknologiaan ja tutkitiin, olisiko sitä mahdollista hyödyntää opinnäytetyössä. Työn toteutusvaiheessa pyydettiin tarjouksia ja ratkaisuvaihtoehtoja eri yrityksiltä viivakoodijärjestelmälle, mutta salassapitosyistä tarjouksia ei liitetty opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyössä on esitetty ratkaisuvaihtoehtoja uudelle järjestelmälle, mutta sen käyttöönottoa tai minkäänlaista testausta ei ehditty ottaa mukaan opinnäytetyön aikataulun puitteissa. Opinnäytetyö on esiselvitys mahdolliselle tulevalle viivakoodijärjestelmälle.

Asiasanat: viivakoodi, RFID, varastointi, piirilevytehdas

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 VIIVAKOODIT	7
2.1 Viivakoodin koostumus	8
2.2 Tunnistustekniikat	9
2.3 1D-viivakoodit	11
2.4 2D-viivakoodit	13
2.5 Viivakoodin tuottaminen	15
2.5.1 Tulostusmenetelmät	16
2.5.2 Tulostusmateriaalit	18
2.6 Tiedonkeruupäätteet	18
3 RFID	20
3.1 RFID:n koostumus	22
3.1.1 RFID-tunniste	22
3.1.2 RFID-lukija	23
3.2 Tunnistetyypit	23
3.2.1 Passiivinen tunniste	23
3.2.2 Semipassiivinen tunniste	23
3.2.3 Aktiivinen tunniste	24
4 NYKYTILA	25
4.1 Kemikaalivarasto	25
4.2 Laminaattivarasto	27
4.3 Prepregvarasto	29
4.4 Inventointi	30
4.5 Viivakoodijärjestelmän tavoitteelliset hyödyt	31
5 UUSI JÄRJESTELMÄ	32
5.1 Viivakoodin tulostaminen	32
5.2 Toiminnot	34
5.2.1 Inventointi	34
5.2.2 Vastaanotto, hyllytys ja varaston sisäiset siirrot	34

5.2.3 Varastosta otto tuotantoon	35
5.3 Viivakoodin lukeminen	35
5.4 RFID	36
5.5 Taloudelliset hyödyt	36
6 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39
LIITTEET	41
Liite 1 Lähtötietomuistio	

1 JOHDANTO

Aspocomp Group Oyj on Suomen johtava piirilevynvalmistaja. Yritys työllistää tällä hetkellä 108 työntekijää. Aspocomp valmistaa korkealaatuisia piirilevyjä, mutta se ei pyri volyymituotantoon, vaan valmistaa vaativia piirilevyjä nopeasti asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Tehdas valmistaa HDI- (High Density Interconnection), erikoismateriaali- ja monikerrospiirilevyjä ja käyttää erikoisteknologioita kuten erilaisia lämmönhallintaan liittyviä teknologioita Heatsink ja Coin. Yhtiön toimitilat ovat Oulussa. Tehdas on ISO 9001- ja 14001-sertifioitu. (1.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on löytää hyvin soveltuva viivakoodijärjestelmä Aspocompin materiaalivarastoon helpottamaan varastonhallintaa ja tuotteiden seurattavuutta (Liite 1). Nykyisessä järjestelmässä kemian varastojen vähennykset tapahtuvat kerran kuussa tehtävän inventoinnin yhteydessä. Varastomies kiertää kemianvarastoja päivittäin ja silmämääräisesti tarkastelee kemioiden riittävyttä ja tekee tarvittaessa lisätilauksen. Prosessityöntekijä vähentää laminaatit ja niiden liima-aineena prässäyksessä käytettävät prepregit varastosaldoilta manuaalisesti heti käytön jälkeen.

Yrityksessä on aiemmin luotu paikkatietohierarkia materiaaleille, mitä voidaan käyttää hyväksi uudessa järjestelmässä. Yrityksellä on käytössä Axapta (Microsoft Dynamics AX) -materiaalinhallintajärjestelmä, jonka kautta kaikki varastotapahtumat menevät. Opinnäytetyössä on tarkoitus tehdä selvitys siitä, mitä uusi järjestelmä tulisi kustantamaan ja minkälaisia haasteita ja mahdollisuuksia saavutettaisiin uuden järjestelmän johdosta.

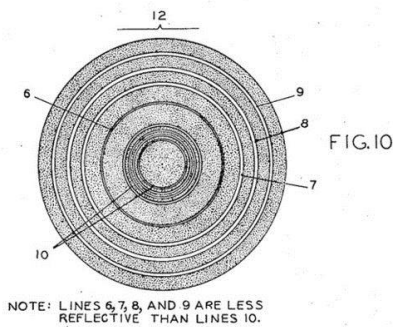
Viivakoodijärjestelmää on aiemminkin mietitty yrityksessä, mutta sen käyttöönotto ei ollut silloin vielä ajankohtaista. Aspocompilla on uusi ostopäällikkö, joka haluaisi viivakoodijärjestelmän, jotta varastokirjauksia ei tehtäisi käsin. Kemian kulumiselle saataisiin näin parempi seuranta ja näppäilyvirheiden mahdollisuus pienenisi.

2 VIIVAKOODIT

Viivakoodi on tapa esittää tietoa helposti luettavassa muodossa. Viivakoodin etuja ovat esimerkiksi sen oikeellisuus ja varmuus, nopeus ja helppous sekä automaattisuus ja taloudellisuus. Viivakoodit eivät yleensä sisällä tietoa itse tuotteesta, vaan pelkästään numero-kirjainsarjan, jonka avulla järjestelmä hakee tiedot tuotteesta erinäisestä tietopankista. (2.)

Vuonna 1948 Bernard Silver kuuli erään liikemiehen toiveen järjestelmästä, joka lukisi automaattisesti tuotetietoja kassapisteellä. Niinpä vuonna 1949 Yhdysvaltalaiset Bernard Silver ja Norman Woodland tekivät patenttihakemuksen keksinnöstään, ja tästä sai lähtönsä nykyisin paljon käytetty viivakoodi. Tuotetietoja yritettiin ensin tallentaa morseaakkosilla, mutta pisteet olivat kuitenkin liian pieniä luettaviksi, joten he päätyivät venyttämään pisteet ohuiksi viivoiksi ja viivat paksuiksi viivoiksi. (3.)

Ensimmäistä viivakoodia kutsuttiin ”Härän silmäksi” (kuva 1), koska se koostui sisäkkäisistä ympyröistä. Nykymallinen viivakoodi UPC-koodi (Universal Product Code) kehitettiin vasta kesällä 1970, jonka jälkeen viivakoodit yleistyivät 1970-luvulla lukulaitteiden tultua markkinoille. Ensimmäinen viivakoodinlukijan valmistettiin 500 watin hehkulampusta. Vuonna 1980 kehitettiin ensimmäinen laser-käsilukija viivakooduille. Ensimmäinen 2D-viivakoodi keksittiin vuonna 1987 ja siihen pystyttiin varastoimaan paljon enemmän tietoa kuin alkuperäiseen lineaariseen koodiin. Nykyään viivakodeja käytetään laajasti teollisuudessa ja logistiikassa ja uusia standardeja sekä käyttömahdollisuuksia kehitetään jatkuvasti lisää. (3.)



KUVA 1. Ensimmäinen viivakoodi "Häränsilmä" (3)

Viivakoodin hyviä puolia ovat nopea ja luetettava tiedonkeruu, toimintojen tehostuminen sekä kustannusten pieneneminen manuaalisen työn vähenemisen ja tiedonkeruun kustannusten alentumisen johdosta. Lisäksi viivakoodissa oleva tieto on myös ihmisluettavassa muodossa numerosarjan avulla, mikäli viivakoodi vaurioituu. (4, s. 20.)

Viivakoodin haittapuolia ovat lukuvarmuuden kärsiminen ympäristössä olevan kosteuden vuoksi. Viivakoodi myös vahingoittuu helposti lukukelvottomaksi esimerkiksi lian, maalin tai haalistumisen myötä. Viivakooditekniikka ei myöskään mahdollista yksittäisten tuotteiden tunnistusta, vaan ainoastaan tunnistuksen tuotesarjatasolla. (4, s. 20.)

2.1 Viivakoodin koostumus

Maailmassa on monia satoja eri viivakoodityyppejä, mutta yleisesti niistä on käytössä vain muutamia. Viivakoodin valintaan vaikuttaa käyttötarve ja -kohde (2). Kuvassa 2 on esitetty Code 128:n rakenne. Viivakoodi koostuu marginaalisista (vaalea alue), aloitusmerkistä, tietosisällöstä (mukaan lukien sovellustunnus), tarkistusmerkistä ja lopetusmerkistä. Jotta viivakoodi voidaan lukea onnistuneesti, tulee marginaalin olla riittävän suuri ja sen täytyy olla tyhjä tekstiltä tai muilta merkinnöiltä. Marginaalin leveys on vähintään kymmenen kertaa kapeimman elementin (viivan) levyinen, mutta jos viivakoodi on suurikokoinen tai lukuetaisyys pitkä, tulee marginaalin olla vähintään viisitoista kertaa kapeimman elementin levyinen. (5.)



KUVA 2. Code 128:n rakenne (5)

Vain tietyt väriyhdistelmät ovat sallittuja viivakoodissa, joten painettaessa on otettava huomioon painotaustan ja koodin viivojen värien yhteensopivuus. Yleinen periaate on, että värikartan tummia värejä, kuten musta, vihreä ja sininen, käytetään viivakoodin tummina elementteinä ja värikartan vaaleita värejä, kuten valkoinen, keltainen, punainen ja oranssi, vaaleina elementteinä. (2.)

Viivakoodin tarkistusmerkki on yhden tai useamman merkin mittainen tarkistussumma. Mikäli viivakoodi on vaurioitunut, tarkistusmerkki varmistaa, ettei virheellistä lukemista pääse tapahtumaan. Järjestelmä laskee viivakoodille määrättyllä kaavalla luvusta saatavan tarkistusnumeron ja vertaa sitä viivakoodissa ilmoitettavaan tarkistusnumeroon. Jos numero on molemmissa sama, viivakoodin luenta on onnistunut. Esimerkiksi Code 128:n tarkistusnumero saadaan summaamalla ensimmäinen merkki jokaisen merkin ja niiden paikan tulolla ja sen jälkeen otetaan saadusta luvusta jakojäännös luvun 103 kanssa. (2.)

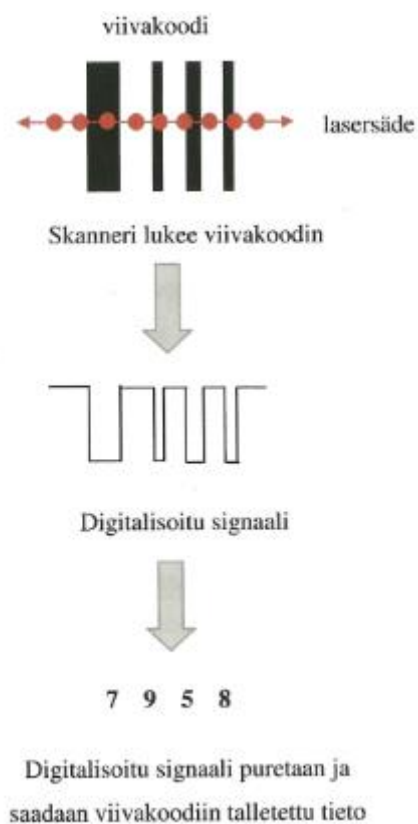
2.2 Tunnistustekniikat

Viivakoodin lukeminen perustuu optisiin laitteisiin, jotka sekä lähettävät valoa että tulkitsevat viivakoodista takaisin heijastuvan valopulssijonon. Viivakoodi voidaan lukea esimerkiksi kynälukijalla, CCD-lukijalla, laserlukijalla tai kamerallukijalla. Viivakoodinlukijat voivat olla käsipäätteisiä, kiinteitä, langallisia tai langattomia. (2.)

Viivakoodinlukijakynä vedetään koodin yli pituussuunnassa tasaisella nopeudella. Kynän päässä on valonlähde ja fotodiodi, joka muuttaa valon sähköiseksi

signaaliksi. Viivakoodinlukijakynät ovat edullisia ja pienikokoisia, mutta niiden käyttö on todella rajallinen. (2.)

Laserlukijan toiminta (kuva 3) perustuu sisäänrakennettuun peilijärjestelmään. Laservalon osuessa koodiin siitä heijastuu valo takaisin sen mukaan, osuuko säde tummaan viivaan vai viivojen väliin jäävään vaaleaan alueeseen. Takaisin heijastunut valo muutetaan sähköiseksi signaaliksi, josta se muutetaan digitaalliseksi, jolloin dekooderi tulkitsee koodin. (6, linkit Viivakoodiopus → Viivakoodit.)



KUVA 3. Laserlukijan toimintaperiaate (4, s. 19)

CCD-lukijan tekniikka on samankaltainen kuin kameralukijassa. Lukupäässä on ledit, jotka valaisevat viivakoodin, minkä jälkeen takaisin heijastunut valo osuu lukijan valoherkkiin elementteihin, jolloin viivakoodista saadaan elektroninen kuva. Elektronisen kuvan avulla saadaan viivakoodin sisältämä tieto haettua laitteelle. (6, linkit Viivakoodiopus → Viivakoodit.)

Kameralukija sisältää pienen digitaalikameran, joka ottaa kuvan viivakoodista (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakoodit). Kameralukijassa on satoja valosensoreita päällekkäin, jolloin viivakoodista saadaan kaksiulotteinen kuva. Esimerkiksi CCD-lukijassa valosensoreita on vain yksi. Kameralukijaa käytetäänkin moniulotteisten koodien ja OCR (Optical character recognition) -fonttien lukemiseen. (2.)

2.3 1D-viivakoodit

1D-viivakoodi on lineaarinen, ja se koostuu eri paksuisista mustista viivoista sekä väliin jäävästä valkoisesta alueesta. Koodista riippuen tietoa sisältyy joko vain tummaan viivaan tai toisinaan tummaan sekä tummien viivojen väliin jäävään vaaleaan viivaan. Viivakoodin sisältää vaalean alueen, eli marginaalin, aloitusmerkin, tietosisällön, tarkistusmerkin sekä lopetusmerkin (5). Lineaariin viivakoodiin voi sisällyttää vain vähän tietoa ja se vie melko paljon tilaa. Jotkut viivakoodityypit ovat vain numeerisia, jolloin niillä voidaan tuottaa vain numeroita, ja jotkut alfa-numeerisia, jolloin niillä voidaan tuottaa numeroita sekä kirjaimia. Yleisesti kaikki viivakoodit sisältävät tarkistusmerkin, jolloin virheellisten luentojen mahdollisuus on minimaalinen. (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakoodit.)

Code 39

Kuvassa 4 esitetään Code 39 -viivakoodin rakenteen. Viivakoodi on alfanumeerinen, jossa jokaista merkkiä esittää viisi tummaa viivaa ja neljä väliin jäävää vaaleaa viivaa. Yhdeksästä viivasta kolme on aina paksua, minkä vuoksi viivakoodia kutsutaan Code 39:ksi (6, linkit Code 39). Code 39:llä on mahdollista koodata 43 merkkiä. Koodi on itsetarkistava, joten tietovarmuus on korkea ja luotettava. (2.)



KUVA 4. Code 39 (7, [linkki Code 39](#))

Code 128

Code 128 (kuva 5) on myös alfanumeerinen, mutta se voi sisältää myös erikoismerkkejä. Koodin merkkien suurin mahdollinen lukumäärä on 128. Viivakoodin pituus on muuttuva tarpeen mukaan. Code 128:n koodaustiheys on hyvä. Sen moduulit muodostuvat kolmesta tummasta ja kolmesta väliin jäävästä vaaleasta viivasta. Myös Code 128 on itsetarkistava, joten sen luetettavuus on korkea. (2.)



KUVA 5. Code 128 (7, [linkki Code 128](#))

EAN/UPS-koodi

EAN/UPC-koodit ovat pääasiassa kaupanalan suurivolyymiseen käyttöön suunniteltuja viivakodeja. Yleisin näistä koodeista on EAN-13 (kuva 6). Koodi sisältää maan tunnuksen, jossa EAN-koodi on myönnetty, tuotteen valmistajan, tuotenumeron ja tarkistusnumeron (7). EAN-koodin pituus on kiinteä 8 tai 13 numeroinen. EAN on Euroopasta lähtöisin oleva koodi, ja UPC on Yhdysvaltojen vastike sille. Viivakoodia käytetään ympäri maailmaa ja sen sallitut mitat ovat tarkasti valvottuja (3). (2.)



KUVA 6. EAN-13 (7, [linkki EAN-13, GTIN-13](#))

Interleaved 2/5

Interleaved 2/5 -koodi (kuva 7) on pelkästään numeerinen, ja sitä käytetään yleisesti teollisuus-, kauppa- ja kuljetusaloilla. Koodi on johdettu vanhemmasta viivakoodista, Code 25:stä. Koodin koodaustiheys on hyvä, ja se sisältää aina parillisen määrän merkkejä. Mikäli merkkien määrä on pariton, lisätään viivakoodin alkuun ylimääräinen nolla. Myös Interleaved 2/5 on itsetarkistava, mutta se ei ole täysin virheetön, mikäli lukijalle ei ole määrätty koodin pituutta etukäteen. (7, [linkki Code 25 Interleaved](#).)



KUVA 7. Interleaved 2/5 (7, [linkki Code 25 Interleaved](#))

2.4 2D-viivakoodit

2D-viivakoodit ovat kaksiulotteisia viivakoodeja, joissa tietoa on vaaka- ja pystysuunnassa. Sen vuoksi koodiin mahtuu paljon tietoa pieneen tilaan. Viivakoodi voi olla pinottu, jolloin se koostuu useasta päällekkäisestä pinotusta koodista ja on suorakulmainen, tai matriisimuotoinen, jolloin koodi voi olla pyöreä, neli- tai monikulmainen. Myös 2D-koodit ovat yleensä itsekorjaavia. Viivakoodeissa voi olla tietoa useita tuhansia merkkejä (2). Koodissa musta elementti on binäärinen ”yksi” ja valkoinen on binäärinen ”nolla”. Ensimmäinen 2D-viivakoodi keksittiin 1987 (3), mutta niiden käyttö on yleistynyt vasta viime vuosina. Käytössä

olevia 2D-viivakodeja ovat esimerkiksi PDF417, Datamatrix ja QR-koodi. (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakoodit.)

PDF417

PDF417 on pinottu viivakoodi, ja sitä voidaan lukea myös CCD- ja laser-lukijalla. Koodilla pystytään kirjoittamaan maksimissaan 1108 merkkiä.

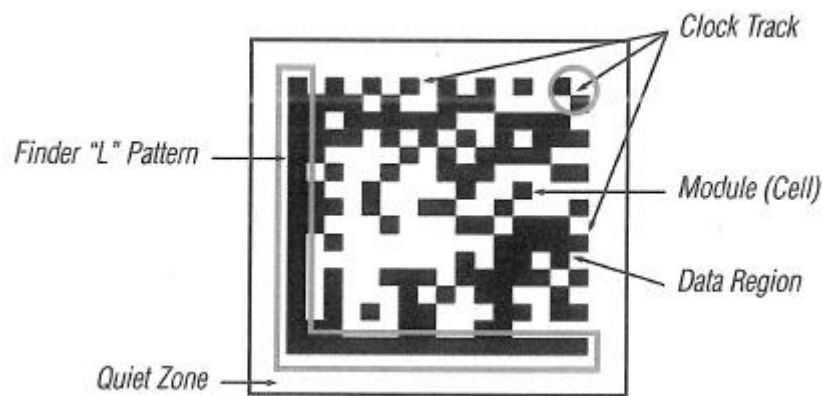
PDF417:ssä on erinomainen turvallisuustaso ja siinä käytetään eri ECL (Error Correction Level) luokkia riippuen, kuinka monta merkkiä viivakoodi sisältää. Esimerkiksi yli 321 merkkisessä koodissa käytetään ECL5-suojausta (kuva 8) (7, linkki PDF417). PDF417-viivakoodia voidaan käyttää esimerkiksi lähetyksistana ja se voi toimia myös tiedoston lähetystapana. (2.)



KUVA 8. PDG417 ECL5 (7, linkki PDF417)

Data Matrix

Data Matrix -viivakoodi on yleisimmin tunnettu 2D-viivakoodityyppi, jonka symbolit muodostuvat erikokoisista tummista ja vaaleista pisteistä, eli biteistä. Viivakoodia voidaan lukea mistä suunnasta vain, ja siihen mahtuu paljon tietoa pienen tilaan. Data Matrix -koodi on mahdollista lukea oikein vaikka koodista olisi neljäsosa vaurioitunut. Viivakoodi on erittäin turvallinen ja virheellisen lukemisen mahdollisuus on todella pieni. Data Matrixin luenta on mahdollista vain kameralukijalla (2). Koodiin mahtuu enintään 3 116 numeroa tai 2 335 alfanumeerista merkkiä. Kuvassa 9 on Data Matrixin rakenne kuvattuna. (7, linkki Data Matrix.)



KUVA 9. Data Matrixin rakenne (8)

QR-koodi

QR-koodin (Quick Response, kuva 10) kehitti japanilainen yhtiö Denso-Wave vuonna 1994 (3). QR-koodit kehitettiin alun perin liukuhihnateollisuuteen, mutta se on levinnyt mobiilikäyttöön matkapuhelimilla. Yleisin käyttökohde on, että kameralla ja verkkoyhteydellä varustetulla puhelimella luetaan viivakoodi, jonka perusteella puhelin ohjautuu haluttuun verkko-osoitteeseen. Älypuhelmiin on saatavilla viivakoodinlukija, joka hyödyntää matkapuhelimen omaa kameraa. QR-koodin pystyy lukemaan vaikka viivakoodi olisi osittain vaurioitunut, riippuen kuitenkin viivakoodin virheenkorjauskoodin tasosta (7, linkki QR code). (9.)



KUVA 10. QR-koodi (7, linkki QR code)

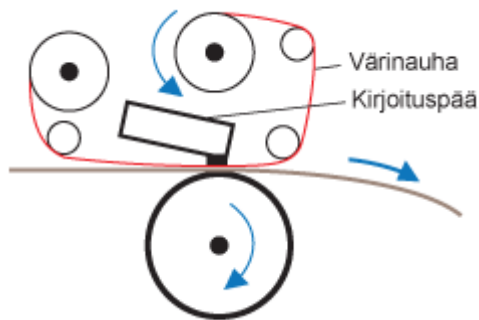
2.5 Viivakoodin tuottaminen

Viivakoodeja voidaan tuottaa esimerkiksi lämpösiirtotulostimella, suoralämpötulostimella, lasertulostimella tai matriisitulostimella. Lisäksi viivakoodit voidaan painaa esimerkiksi tarra-arkeille tai metalli- ja kangasetiketeille. Viivakoodin laadulla on tärkeä rooli viivakoodin lukemisen kannalta, mitä parempilaatuinen

viivakoodi on, sitä varmemmin lukeminen onnistuu. Viivakoodin luettavuuden kannalta tärkeimpiä tekijöitä ovat musteen ja paperin kontrasti sekä painojäljen pysyminen spesifikaatiossa. (2.)

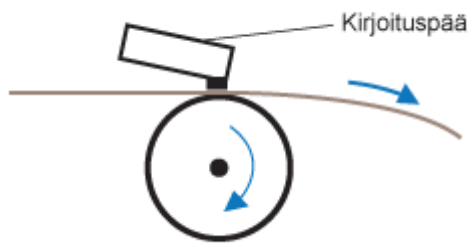
2.5.1 Tulostusmenetelmät

Yleisin viivakoodien tulostukseen käytettävä tulostin on lämpösiirtotulostin, ja sen tulostustarkkuus on 200-600 DPI eli 8-24 pistettä/mm. Lämpösiirtotulostuksessa käytetään kertakäyttöistä värinauhaa (kuva 11) ja tulostusleveys vaihtelee 50 – 216 mm:n välillä. Lämpösiirtotulostimella voidaan tulostaa useille eri materiaaleille. (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus.)



KUVA 11. Lämpösiirtotulostus (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus)

Suoralämpötulostinta käytetään lyhytikäisten merkintöjen tuottamiseen. Materiaalina käytetään yleensä paperitarraa tai -lipuketta, joka reagoi kun sitä lämmitetään. Tarra tai lipuke kuitenkin tummuu auringonvalossa, tai muuten lämpimässä paikassa, joten tuloste on vain väliaikainen. Suoralämpötulostuksessa ei käytetä erillistä värinauhaa (kuva 12). Suoralämpötulostuksessa laitteet ovat halvempia kuin lämpösiirtotulostuksessa, mutta tulostusnopeus ja -jälki ovat hieman heikompia. Lämpösiirtotulostuksessa voidaan käyttää erikoismateriaaleja teollisuusympäristöön. (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus.)

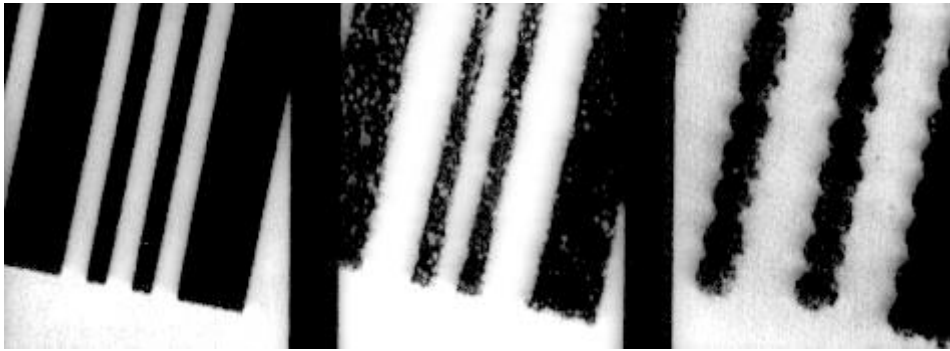


KUVA 12. Suoralämpötulostin (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus)

Lasertulostimen toimintaperiaate perustuu lasersäteeseen, joka piirtää viivakoodin paperille. Värijauhe kiinnitetään paperiin staattisen sähköän avulla. Lasersäde synnyttää tulostimen rumpuun sähkövarauksia, joihin värijauhe kiinnittyy. Jauhe siirtyy rummista paperin pintaan lämmön ja paineen avulla, jolloin värijauhe sulaa paperiin kiinni. Lasertulostin soveltuu hyvin viivakoodien tulostukseen tulostustarkkuuden perusteella, mutta tulostimen edellyttämä A4-koko aiheuttaa vaikeuksia tulostettaessa pienempiä viivakoodeja. Lisäksi materiaalivalikoima on suppea ja lasertulostin on lämpösiirtotulostinta huomattavasti hitaampi, eikä tuloste välttämättä kestä vaikeimmissa olosuhteissa. (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus.)

Matriisitulostuksessa käytetään erillistä värinauhaa ja tulostimella voidaan tulostaa useille eri materiaaleille. Matriisitulostin soveltuu yleensä suurempien etikettien tulostukseen, mutta haittapuolena on huono tulostustarkkuus, alle 200 PDI, eli alle 8 pistettä/mm. Lisäksi matriisitulostin on äänekäs ja värinauhan kuluessa syntyy kontrastiongelmaa. (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus.)

Kuvassa 13 on vertailtu eri tulostintyyppien jättämää tulostusjälkeä suurennettuna. Vasemmanpuoleisessa viivakoodissa on käytetty lämpösiirtotulostinta, keskimmaisessa lasertulostinta ja oikeanpuoleisessa matriisitulostinta. Lämpösiirtotulostimen jättämä jälki on ylivoimaisesti paras. (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus.)



KUVA 13. Tulostinjälkivertailu (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus)

2.5.2 Tulostusmateriaalit

Tulostusmateriaalin valintaan vaikuttavat mm. käyttökohteen lämpötila, kosteus, tartuntapinta, käyttötarkoitus, merkinnän koko, käyttöikä, ympäristövaatimukset ja esipainatukset. Tulostusmateriaalina voidaan käyttää muovitettua-, lämpöherkkää- tai tavallista paperia, synteettisiä materiaaleja, kuten polyesteri ja polypropyleeni, kartonkia sekä pinnoitettuja tai pinnoittamattomia paperitarroja tai lipukkeita (2). Tulostimen värinauha tulee valita aina tulostusmateriaalin mukaan (2). Esimerkiksi lämpösiirtotulostuksessa synteettisille materiaaleille suositellaan käyttämään hartsipohjaista värinauhaa kestävyysnäkymän takaamiseksi, kun taas lämpösiirtotulostus paperimateriaaleille suositellaan vahapohjaista värinauhaa, jotta saadaan laadun lisäksi suuri tulostusnopeus. Mikäli tarra tai etiketti liimataan jonnekin, tulee valita sopiva liima-aine laadun takaamiseksi. (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus.)

2.6 Tiedonkeruupäätteet

Tiedonkeruupäätteet ovat langattomia laitteita, joiden avulla tieto siirretään järjestelmään joko radioteitse RF-laitteilla tai erillisen tukiaseman kautta muistiin-keräävillä laitteilla (kuva 14). Tiedonkeruupäätteen avulla tieto syötetään ja tallennetaan virheettömästi ja nopeasti siellä, missä tiedot syntyvät. Kannettavassa tiedonkeruupäätteessä voi olla myös normaalin puhelimen ominaisuudet, ja ne ovat yleensä kosketusnäytöllisiä. Tiedonkeruupäätteet käyttökohteita ovat esimerkiksi tavaran vastaanotto, hyllytys sekä hyllypaikan siirto, keräily, lähetksen kuittaus sekä inventointi (2). (6, linkit Viivakoodiopas → Viivakooditulostus.)



KUVA 14. Dolphin 99EX Mobile Computer (10)

Muistiinkeräävää laitetta käytetään yleensä silloin, kun tietoa ei tarvita välittömästi käyttöön. Tiedot kerätään paikan päällä laitteen muistiin, ja siirretään myöhemmin lataus- ja purkuaseman kautta pääjärjestelmään. Muisitinkeräävällä laitteella voidaan kerätä vain sitä tietoa, mitä käsipäätteeseen on pääjärjestelmästä siirretty. Työvaiheen jälkeen käyttäjän täytyy muistaa siirtää tiedot pääjärjestelmään. Muistiinkeräävää laitetta päivitettäessä täytyy jokainen laite ohjelmoida uudestaan. (2.)

Radiopäätejärjestelmässä käyttäjän ei itse tarvitse purkaa tietoa, koska sovellus toimii RF-Serverillä ja tiedon päivitys hoidetaan järjestelmän puolesta. Radiopäätteisessä järjestelmässä tieto päivittyy yrityksen omaan järjestelmään välittömästi. (2.)

3 RFID

RFID tulee sanoista radio frequency identification eli radiotaajuinen tunnistus, ja sillä voidaan radiotekniikkaa käyttäen tunnistaa esimerkiksi esineitä, eläimiä ja ihmisiä (2). Elektroniselle tunnisteelle on tallennettu tietty määrä tietoa, jonka lukija pystyy lukemaan ja välittämään eteenpäin tietojärjestelmiin. Järjestelmä voi myös lähettää lukijalle käskyjä, joilla tunnisteella olevaa tietoa voidaan muuttaa. (4, s. 9.)

RFID-tunniste on kiinnitettynä johonkin esineeseen, jossa sitä käytetään esineen tunnistamiseen, jäljittämiseen ja esineen tilan seuraamiseen. RFID:n suurimmat sovellusalueet ovat logistiikassa, liikenteessä ja kulun valvonnassa. Arvioidaan, että RFID korvaa tulevaisuudessa viivakoodit, koska se ei vaadi visuaalista kontaktia ja lukeminen on mahdollista kauempaakin. RFID voi myös sisältää paljon enemmän tietoa kuin viivakoodi, sekä tunnisteiden tietoja voidaan käyttää laajemmin erilaisissa sovellusympäristöissä. (4, s. 9.)

Pienimmillään RFID-tunnisteen koko voi olla 0,05 mm x 0,05 mm x 5 µm ja suurimmillaan 140 mm x 25 mm x 8 mm. Tunnisteen käyttötarkoitus määrittää, millainen teho, antennimalli, toimintalaajuus ja talletuskapasiteetti sillä tulee olla. RFID-tekniikka voi tehdä useita prosessivaiheita tarpeettomaksi logistiikassa sekä näppäilyvirheiden mahdollisuus pienenee, koska tietoa ei tarvitse tallentaa manuaalisesti järjestelmiin. Lisäksi virheellisten toimitusten todennäköisyys pienenee tuotteiden tunnistamisen myötä. Passiivisen RFID:n ensimmäisiä sovelluskohteita olivat autojen käynnistykseenestot, jossa lukkopesässä oleva lukija varmistaa, että avaimessa on oikea RFID-tunniste. (4, s. 9 - 11.)

RFID-tekniikan etu kilpaileviin teknologioihin verrattuna on, etteivät lukijalaite ja tunnistetunniste tarvitse kosketusta toisiinsa ja suoraa näköyhteyttä ei tarvita. RFID-tunnisteet voidaan myös ohjelmoida uudestaan, tai vähintäänkin tunnistetunnisteiden tietokantaan tallennettuja tietoja voidaan muokata. RFID:llä on myös pitkä lukuikä, mutta myös lyhyet lukuikäiset ovat mahdollisia. RFID mahdollistaa myös tuotteiden yksittäisen tunnistamisen, ja sitä pystytään soveltamaan kaikkiin viivakoodien sovelluksiin. Haittapuolena RFID-tekniikalle on, että

kustannukset tunnisteen lisäämisestä tuotteisiin ovat paljon viivakoodijärjestelmää suuremmat. Taulukossa 1 on vertailtu viivakoodi- ja RFID-tekniikkaa. (4, s. 23)

TAULUKKO 1. Viivakoodin ja RFID-tunnisteen vertailu (4, s. 24)

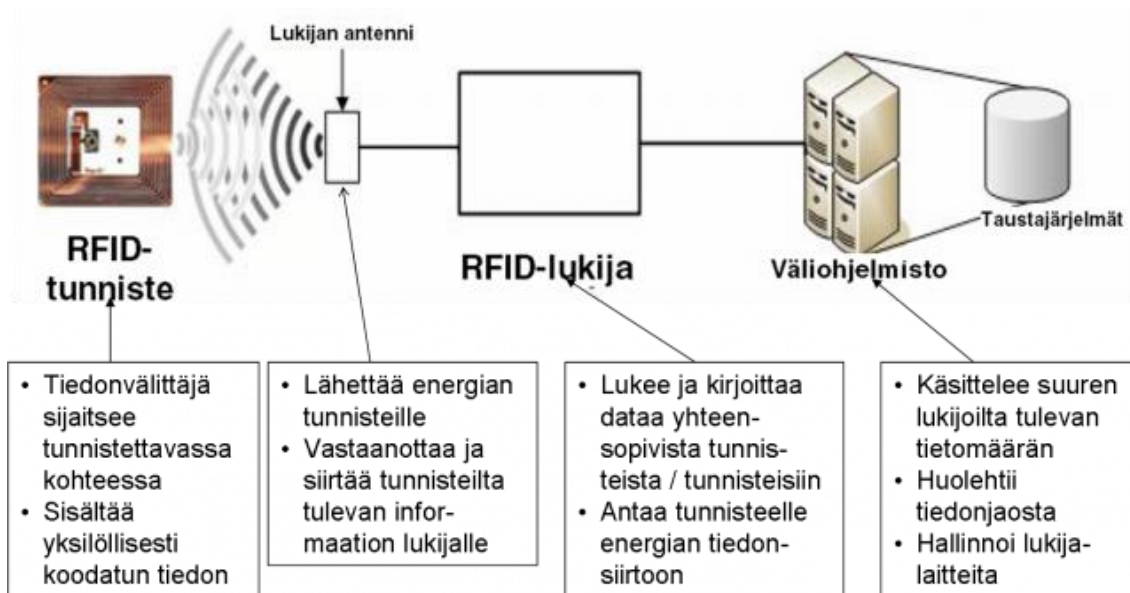
Ominaisuus	Viivakoodi	RFID-tunniste
Tiedon määrä (tavuina)	1-100 k	16-64 k
Koneellinen luettavuus	Hyvä	Hyvä
Luettavuus ihmisellä	Rajoitettu	Mahdoton
Lian vaikutus	Suuri	Ei vaikutusta
Peittämisen vaikutus	Lukeminen mahdotonta	Ei vaikutusta
Suunnan ja asemoinnin vaikutus	Alhainen	Ei vaikutusta
Kulumisen vaikutus	Rajoitettu	Ei vaikutusta
Kustannus / lukijalaite	Alhainen	Suuri
Toimintakustannus	Alhainen	Ei ole
Lukunopeus	Alhainen	Suuri
Suurin lukuetaisyys	0-50 cm	Yli 100m

Taulukosta nähdään, että RFID on tekniikaltaan paljon viivakoodijärjestelmää käytännöllisempi, mutta RFID-teknologia on kuitenkin vielä suhteellisen kallis tunnistusmenetelmä verrattuna viivakoodijärjestelmään. Tunnisteen hinnat ovat kuitenkin koko ajan tulossa alaspäin, ja todennäköisesti tulevaisuudessa kehitetään ratkaisuja, jotka laskevat myös lukijalaitteiden hintoja. (4, s. 24.)

Logistiikassa käytettävien RFID-tarratunnisteen kappalehinta vaihtelee 0,06 – 0,20 euron välillä. RFID-lukijat maksavat muutamasta sadasta eurosta muutamaa tuhatta euroon. Lisäksi RFID-järjestelmän käyttöönottoa varten tarvitaan ohjelmistoa ja integraatiotyötä, mistä kertyy lisähintaa. (11, linkit RFID-tietoutta → Usein kysyttyä!.)

3.1 RFID:n koostumus

RFID-järjestelmä (kuva 15) koostuu tunnistesta, tunnisteen lukijasta ja lukijaan yhteydessä olevasta verkosta tietojärjestelmineen. (4, s. 25.)



KUVA 15. RFID-järjestelmä (11 → RFID-tietoutta → Tekniikan perusteet)

3.1.1 RFID-tunniste

RFID-tunniste voidaan liittää tuotteeseen jo sen valmistusvaiheessa, mutta se voidaan myös kiinnittää tuotteen pintaan myöhemminkin. Tunniste koostuu antennista, jonka avulla vastaanotetaan lukijan signaali ja komennot sirulle, sekä mikrosirusta, jolle on tallennettu tieto, jota lukulaitteella luetaan ja muokataan. Tunnistelle voidaan tallentaa pelkästään objektiivinen tunnistekoodi, jonka perusteella tiedot haetaan järjestelmästä, tai lisäksi tunnisteeseen voidaan tallentaa tunnisteen yksilöllisiä tietoja. Semipassiivisissa ja aktiivisissa tunnisteeissa on lisäksi myös oma virtalähde. (4, s. 25-27.)

RFID-tunnisteita on olemassa monia erilaisia, mutta logistiikassa käytännöllisin ratkaisu on älylaput (smart labels). Ne ovat todella ohuita tunnisteeita, joita voidaan liittää esineisiin tarralappujen tapaan. Tunnisteen käämi on asetettu noin 0,1 mm:n paksuiselle muovikalvolle tulostamalla tai viivasyövyttämällä, eli etsaamalla. Lappujen toiselle puolelle voidaan lisäksi tulostaa tekstiä, tai esimerkiksi viivakoodi, joka sisältää saman tunnistekoodin. (4, s. 28.)

3.1.2 RFID-lukija

RFID-lukijassa on myös antenni ja se tuottaa tunnistelle omalla sähkömagneettisella kentällään energiaa tiedon lähettämiseen. Lukija ja tunniste ovat yhteydessä toisiinsa radioaaltojen avulla. Lukija muuntaa tunnistelta tulevan signaalin digitaaliseen muotoon, mitä voidaan lukea suoraan lukijalta, tai se voidaan siirtää tietojärjestelmään. Lukijalta voidaan esimerkiksi lähettää tietoa, lukea tunnisteen tietoja, lukita tunniste tai tuhota tunnistella olevat tiedot. (4, s. 30-32.)

Lukijalaitteita on useita erilaisia, ja niiden valmistajakin on paljon. Lukijalaite voi olla kannettava tai kiinteä. Nykyään matkapuhelimeen sisällytetyt lukijat ovat melko yleisiä. Lukijalaitetta valittaessa tulee huomioida esimerkiksi operointitaajuus, alueellisten taajuusrajoitusten noudattaminen, asennus ja päivitys sekä liittymäraja-apinta sovelluksen muihin osiin. (4, s. 30-32.)

3.2 Tunnistetyypit

RFID-teknologiassa on käytössä kolme eri tunnistetyyppiä: passiivinen tunniste, semipassiivinen tunniste ja aktiivinen tunniste (4, s. 38-39). Seuraavassa käydään läpi jokainen erikseen.

3.2.1 Passiivinen tunniste

Passiivisella tunnistella tarkoitetaan tunnistetta, jolla ei ole omaa virtalähdettä. Tunniste pystyy lähettämään lukijalle sen tarvitsemaa tietoa sekä suorittamaan lukijan sille antamia käskyjä lukijalaitteen lähettämistä radioaalloista saadun energian avulla. Passiivisen tunnisteen lukijaetäisyys voi vaihdella noin kymmenen millimetrin ja viiden metrin välillä. Tunniste on melko halpa valmistaa, joten se soveltuu tilanteisiin, joissa tunnisteita tarvitaan paljon. Tunniste on myös kooltaan pieni, koska sillä ei ole omaa virtalähdettä. (4, s. 38.)

3.2.2 Semipassiivinen tunniste

Semipassiivinen tunniste sisältää oman virtalähteen, mutta sillä ei ole omaa lähetintä, joten se kommunikoi lukijalaitteen kanssa samoin kuin passiivinen tunniste. Tunniste pystyy kuitenkin vahvistamaan signaalia virtalähteen ansiosta-

ta, joten sen lukuetaisyys on suurempi kuin passiivisella tunnisteella. Semipassiivisen tunnisteiden siirtovarmuus suurilla tietomäärillä on myös parempi kuin passiivisella. Tunnisteiden virtalähteen energian loputtua semipassiivinen tunnisteen voi jatkaa toimistaansa kuten passiivinen. Oman virtalähteen käyttäminen kuitenkin lisää tunnisteiden kokoa ja hintaa. (4, s. 38-39.)

3.2.3 Aktiivinen tunnisteen

Aktiivinen tunnisteen sisältää myös oman virtalähteen, joka on yleensä litiumparisto. Tunnisteissa on suurempi muisti kuin passiivisissa, joten sillä voi tallentaa ja lähettää tuotteen tunnuksen lisäksi tuotteeseen liittyviä lisätietoja, joita on kerätty antureiden avulla. Lukuetaisyys voi olla satoja metrejä ja virtalähteenä toimivan pariston ikä voi olla useita vuosia. Virtalähte voi olla ladattava tai kertakäyttöinen. Virtalähteen käyttö mahdollistaa antureiden käytön, mikä monipuolistaa tuotteen mahdollisia sovelluskohteita. Aktiivinen tunnisteen on kuitenkin passiivitunnistetta paljon kalliimpi ja sen koko on suurempi. Aktiivitunnisteen ei myöskään toimi ilman omaa virtalähdettä. (4, s. 39.)

4 NYKYTILA

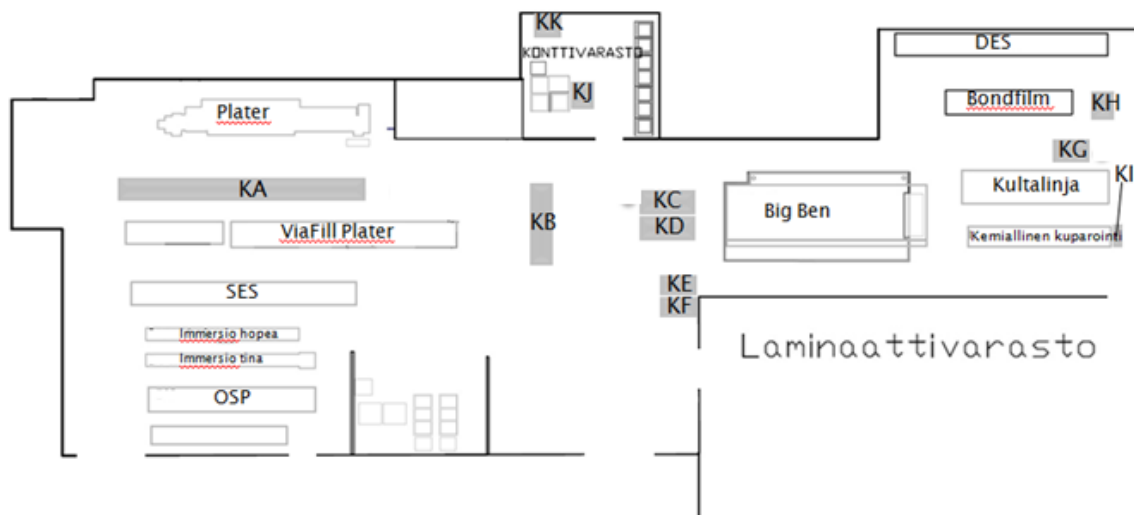
Aspocompin valmistusmateriaalien kiertokulku alkaa tilauksen tekemisestä. Varastomies hoitaa kemikaalien ja GW (general warehouse) -materiaalien tilauksen. Laminaattien ja prepregien tilauksesta huolehtii yrityksen osto. Tilauksen vastaanottamisesta vastaa varastomies, joka tarkistaa lähetyslistalta kaikkien tuotteiden olevan mukana tilauksessa ja kuittaa lähetyksen vastaanotetuksi. Vastaanoton jälkeen hän kirjaa Axaptaan tuotteet saapuneiksi ja lisää ne saldoille. Mikäli tilattu materiaali on jotain uutta laminaattia, hän määrittää sille varastopaikan ja kirjaa sen yrityksen tuotannonohjausjärjestelmä Wiseen ja siirtää materiaalin hyllyyn. Kaikki lisäykset ja poistot varastoista tehdään manuaalisesti kirjaamalla, joten näpyttelyvirheen riski on suuri.

Aspocompilla voidaan materiaalivarastot jakaa kolmeen ryhmään: kemikaaleihin, laminaatteihin ja prepregihin. Seuraavassa on kuvattu jokainen varasto erikseen.

4.1 Kemikaalivarasto

Aspocompilla käytetään kemikaaleja jokaisessa linjastossa. Kemikaaleista tehdään kemikaalikylpyjä, joiden avulla piirilevyille tehdään jotain haluttuja muutoksia, esimerkiksi syövytetään tai puhdistetaan.

Kuvassa 16 on kuvattu kemikaalivarastojen sijaintia tehtaassa. Kemikaalivarastot ovat sijoitettu ympäri tuotantolinjastoa, koska tehtaas tilat ovat rajalliset. Lisäksi happamia ja emäksisiä kemikaaleja ei voida säilyttää samassa hyllyssä, koska ne voivat reagoita keskenään. Hyllyt ovat pyritty sijoittamaan niin, että siellä säilytettävät kemikaaleja käytettäisiin linjastoilla, jotka ovat sitä lähellä.



KUVA 16. Kemianvarastoiden sijainti

Kemikaalivarastojen hyllyt ovat nimetty kirjaimilla KA–KK, jossa ensimmäinen kirjain tulee sanasta ”kemikaali” ja toinen kirjain aakkosellisessa järjestyksessä ensimmäisestä kirjaimesta lähtien. Kuvassa 17 on esimerkki kemianvaraston paikkatietotarrasta, jossa KF tarkoittaa hyllyn nimeä, ensimmäinen numero hyllyn välikköä ja jälkimmäinen kirjain hyllyn tasoa, lattiatason ollessa taso 1. Nuoli alaspäin auttaa hahmottamaan kumpaa tasoa tarkoitetaan, kun ensimmäisen ja toisen tason tarrat on kiinnitetty samaan poikkipalkkiin.



KUVA 17. Kemianhyllyn paikkatietotarra

Kemikaalivarastojen saldojen ylläpito on nykyisessä järjestelmässä varastomiehen vastuulla. Hän kiertää varastoja päivittäin ja tekee tarvittavat täydennysti-

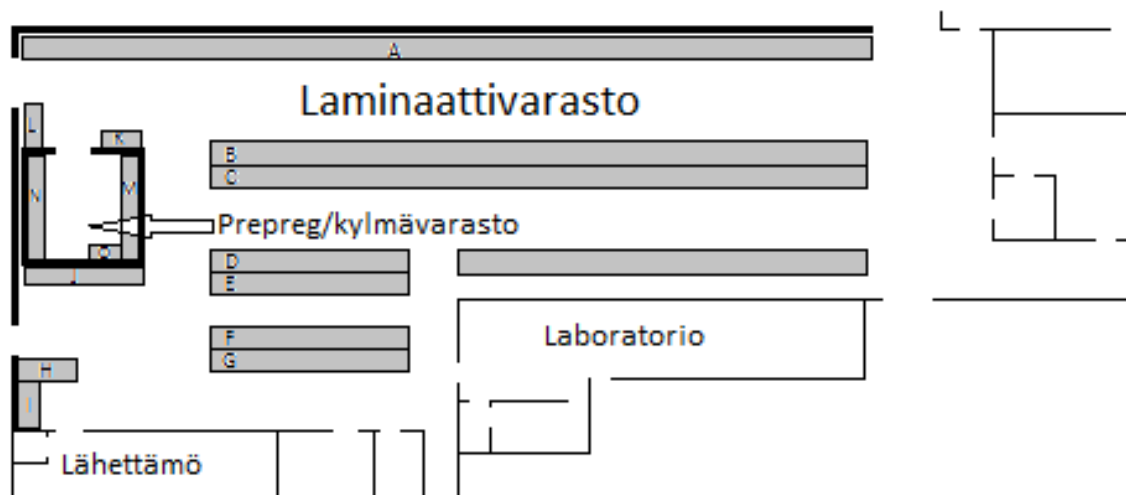
laukset. Kemikaaleille ei siis ole mitään automaattista järjestelmää, joka vähentää saldoilta kemikaalit, kun niitä käytetään.

Jokaisen linjan työntekijät käyvät hakemassa kemikaaleja varastosta tuotantoon tarpeen mukaan päivittäin. Lisäksi huoltopäivinä kemikaaleja kuluu paljon. Mikäli varastopaikasta käytetään viimeinen tynnyri, informoidaan varastomiestä vaihtamaan tyhjä lava uuteen ja samalla tekemään lisätilaus, mutta yleensä nämä jätetään täysin varastomiehen vastuulle. Riskinä on, että mikäli varastomies sairastuu, tai tulee jokin muu pidempi poissaolo, tulee kemioiden hallinnassa ongelmia uudelle työntekijälle, koska suurin osa tiedoista on nykyisen varastomiehen muistissa.

4.2 Laminaattivarasto

Laminaatit ovat piirilevyjen päämateriaali, ja yhdessä valmiissa piirilevyssä voi olla useita kymmeniä kerroksia laminaatteja. Laminaatteja on varastossa useita satoja erilaisia. Aspocomp on erikoistunut pikatöihin, joten piirilevyt tulee olla valmiita mahdollisimman pian tilauksesta, mistä johtuen varastossa täytyy olla materiaalit valmiina valmistukseen. Laminaatit eivät vanhene koskaan, mutta käytöstä poistetut laminaatit siirretään Obsoles- varastoon. Obsoles- varaston laminaatit ovat yhä käyttökelpoisia ja niitä voidaan käyttää myöhemmin tarpeen tullen tai ne hävitetään kokonaan jossain vaiheessa.

Kuvassa 18 on Aspocompin laminaatti- ja prepregvaraston pohjakartta. Hyllyt on nimetty samalla periaatteella kuin kemianvarastotkin, mutta ilman ensimmäistä kirjainta K.



KUVA 18. Laminaattivaraston kartta

Laminaattivarastosta materiaaleja hakevat välikerrosvalotus- tai poraosasto. Poraosasto hakee laminaattit varastosta, mikäli piirilevy on 2-kerroksinen, mutta jos piirilevyssä on enemmän kerroksia, välikerrosvalotus hakee ne. Materiaalit hakee varastosta se osasto, jonka työvaihe on ensimmäisenä työmääräimessä. Laminaattien paikkatiedot ovat Wise-järjestelmässä, ja ne tulevat automaattisesti työmääräimeen siihen lisättäessä käytettävät materiaalit. Kuvassa 19 on esimerkki laminaattivaraston paikkatietotarrasta, jossa kirjain kuvaa hyllynimeä, ensimmäinen numero välikköä ja jälkimmäinen numero hyllytasoa, lattiatason ollessa taso 1.



KUVA 19. Laminaattivaraston paikkatietotarra

Piirilevynvalmistukseen käytettävillä materiaaleilla on kiinteät lavapaikat, jonka alapuolella on hyllytarra. Hyllytarrasta käy ilmi materiaalin tuotenumero, tuote-

tiedot sekä mihin varastaan tuote kuuluu. Kuvassa 20 on esimerkki erään laminaatin hyllytarrasta.



KUVA 20. Erään laminaatin hyllytarra

Kun työntekijä on hakenut materiaalit varastosta, hän luovuttaa materiaalit tuotannonohjausjärjestelmä Wisen kautta. Kun työvaihe on kuitattu valmiiksi, Wise lähettää Axaptalle tiedon luovutetuista materiaaleista, jolloin ne vähennetään varastosaldoilta.

4.3 Prepregvarasto

Prepreggejä käytetään laminaattien välissä liima-aineena prässiosastolla. Prepregit ovat samaa materiaalia kuin laminaatit, mutta niissä ei ole ollenkaan pintakuparia. Prässäyksessä laminaatit niputetaan kasaan, ja jokaiseen väliin tulee yksi tai useampi prepreg. Niputuksen jälkeen piirilevy laitetaan uuniin, jossa prepreg sulaa ja jäähtytyksessä kovettuu taas ja liimaa laminaatit toisiinsa tiukasti kiinni.

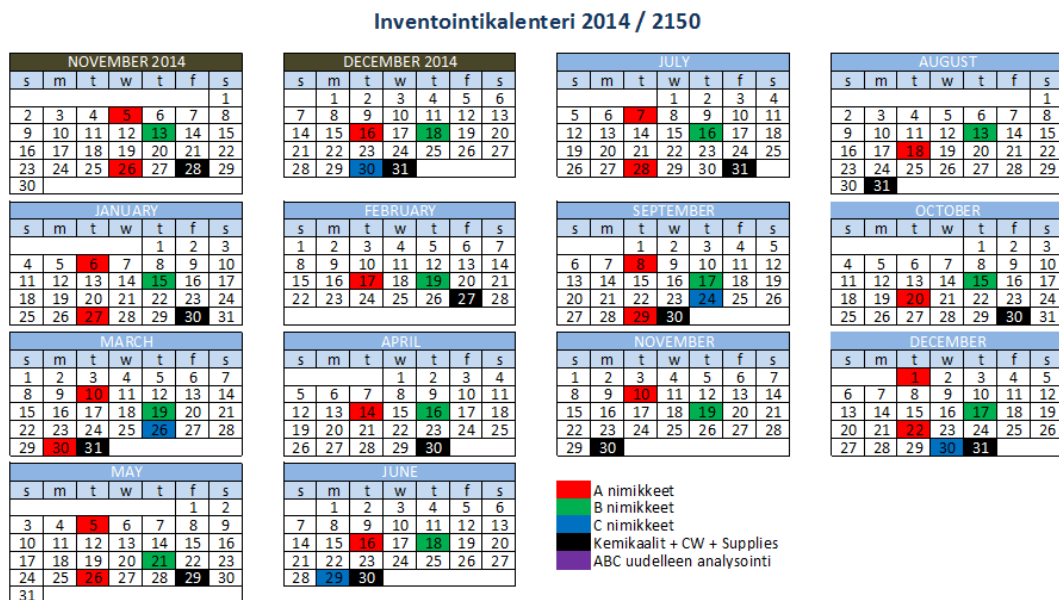
Prepregit säilyvät huoneenlämmössä noin kolme kuukautta, mistä johtuen niitä säilytetään viileässä, noin +2 celsiusasteessa, minkä avulla niiden käyttöikä pidentyy. Kylmävarastossa prepregit säilyvät noin yhdeksän kuukautta, riippuen hieman materiaalista. Prepregin päiväyksen vanhennettua ne voidaan lähettää valmistajalle takaisin tarkastukseen, jonka jälkeen valmistaja isää käyttöaikaa

tai määrää materiaalin poistettavaksi. Prässiosasto hakee prepregit temperoitumaan, eli lämpenemään kylmävarastosta vähintään 24 tuntia ennen niiden käyttöä. Temperoituneita prepreggejä säilytetään prässiosastolla omissa hyllyissä. (12, linkki työohjevalikko.)

Prepreggien vähennys saldoilta toimii samalla tavalla kuin laminaattienkin, eli työntekijä luovuttaa käyttämänsä prepregit Wiseen. Wise lähettää tiedon Axaptaan, joka vähentää ne varastosaldoilta.

4.4 Inventointi

Aspocompilla on tehty ABC-analyysi vuoden 2014 lopulla, ja sen perusteella muokattu inventaariota. Aiemmin inventaario tehtiin joka kuukausi kaikille materiaaleille. Nykyään inventointi tehdään ABC -analyysiin perustuen, eli A-ryhmän tuotteen lasketaan useammin kuin C-ryhmän tuotteet. Kuvassa 21 on inventointikalenteri vuoden ajalle. A-ryhmän tuotteet lasketaan kolmen viikon välein, B-ryhmän tuotteet kerran kuukaudessa ja C-ryhmän tuotteet kolmen kuukauden välein. Kemikaalit lasketaan kerran kuukaudessa kuun viimeisenä päivänä.



KUVA 21. ABC-analyysipohjainen inventointikalenteri

Varastomien tekee inventaariot paperiversiona, jonka jälkeen hän kirjaa laskennat koneelle.

4.5 Viivakoodijärjestelmän tavoitteelliset hyödyt

Kemioiden kuluminen järjestelmään tulisi saada automaattiseksi, eli kun työntekijä hakee varastosta kemikaalitynnyrin tuotantoon, niin se vähennettäisiin automaattisesti varastosaldoilta. Viivakoodin myötä varastojen luotettavuus paranee ja varastosaldot vastaisivat hyllyssä olevia tuotteita. Varastoja, ja sitä myötä sitoutunutta pääomaa, saataisiin pienemmäksi paremman seurattavuuden myötä. Lisäksi tuotteiden saldotarkastuksia voitaisiin tehdä milloin vain.

Viivakoodin avulla inhimillisten virheiden mahdollisuus pienenee huomattavasti, koska käsin syötettävissä tiedoissa on aina mahdollisuus näppäilyvirheeseen. Lisäksi viivakoodijärjestelmällä voidaan vähentää väärän materiaalin keräilyä. Tavarantoimitusta ja käsittelyä saataisiin myös helpotettua ja nopeutettua viivakoodijärjestelmällä.

5 UUSI JÄRJESTELMÄ

Työ toteutettiin selvitystyönä ja käyttöönottoa ei ehditty ottamaan mukaan opinnäytetyön aikataulun puitteissa, mutta uudesta järjestelmästä saatiin useampi tarjous eri yrityksiltä. Tarjouksia ei liitetä osaksi opinnäytetyötä salassapitosyistä.

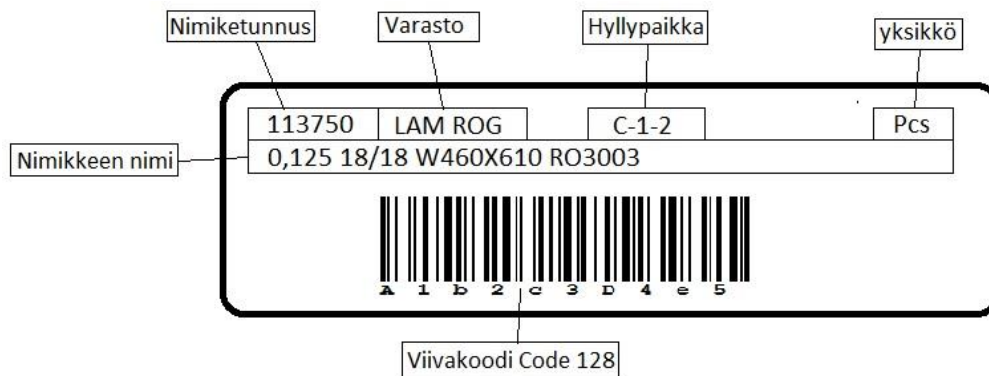
Ensin selvitettiin ongelmakohdat varastoissa, minkä jälkeen tutkittiin eri ratkaisuvaihtoehtoja löydetyille ongelmille. Huomattiin, että viivakoodijärjestelmä olisi hyvä ottaa käyttöön ensin kemikaalivarastojen osalta, minkä jälkeen sitä voisi laajentaa yrityksen muihin varastoihin. Suurin ongelma nykyisessä järjestelmässä on manuaaliset kirjaukset. Kun esimerkiksi materiaalien luovutukset ja lot-numerot kirjataan manuaalisesti, näppäilyvirheiden riski on suuri.

Työssä otettiin yhteyttä useisiin viivakoodijärjestelmän toimittajiin ja tiedusteltiin, minkälaisia ratkaisuvaihtoehtoja heillä olisi. Yksi yrityksistä tarjosi kokonaan uutta järjestelmää Axaptan ja Wisen rinnalle. Salassapitosyistä kyseisiä yrityksiä ei nimetä.

Seuraavassa on kirjattu eri toteutusvaihtoehtoja uudelle järjestelmälle.

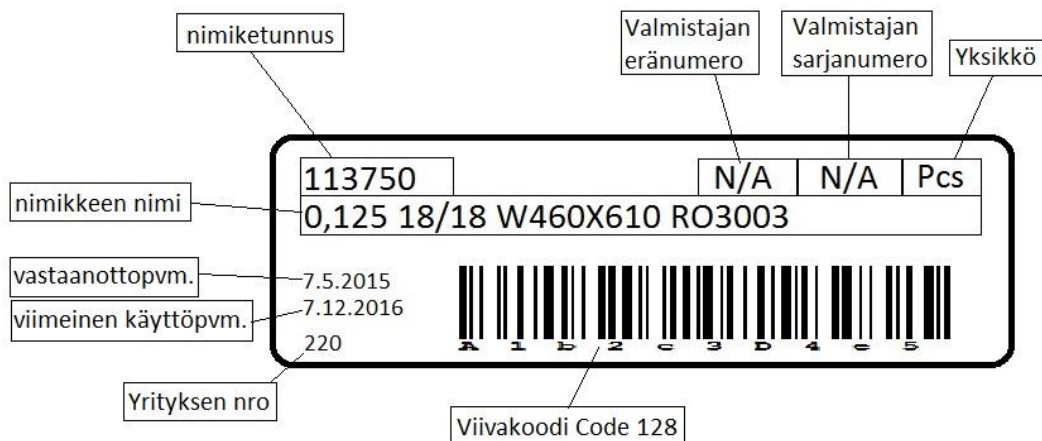
5.1 Viivakoodin tulostaminen

Osalle materiaaleista voidaan käyttää valmistajan painamia yksilöllisiä viivakodeja, mutta suurimmalle osalle tuotteista yritys joutuu itse tuottamaan viivakoodit. Viivakoodi voidaan joko tulostaa suoraan tuotteeseen tai sitten hyllynreunaan. Kun viivakoodi tulostetaan hyllynreunaan, niin varastomiehen ei tarvitse erikseen tulostaa viivakoodia jokaiseen tuotteeseen. Kuvassa 22 on esimerkki hyllynreunaan tulostettavasta viivakoodista.



KUVA 22. Viivakooditarra hyllypalkkiin

Kuvassa 23 on esimerkki suoraan materiaaliin kiinnitettävästä viivakooditarrasta.



KUVA 23. Viivakooditarra materiaaliin

Viivakoodin tuottamiseen on useita eri tulostimia ja tulostusmateriaaleja. Yksi tulostinvaihtoehtoista on esimerkiksi Zebra ZT230 (kuva 24).



KUVA 24. Zebra ZT230 (13)

5.2 Toiminnot

Viivakoodijärjestelmään sisältyy inventointi, tavaran vastaanotto ja hyllytys, varaston sisäiset siirrot sekä varastosta otto tuotantoon. Seuraavassa on kuvattu jokainen varastotapahtuma erikseen.

5.2.1 Inventointi

Uudessa järjestelmässä inventointi tehtäisiin nykyisen paperisen inventoinnin sijasta tiedonkeruupäätteellä paikan päällä. Inventointi voidaan tehdä joko vapaana nimikeinventointina, jolloin inventointi voidaan suorittaa aina tarpeen mukaan ja missä järjestyksessä vain. Toinen vaihtoehto on, että inventointi tehdään inventointilistaa hyväksikäyttäen. Tiedonkeruupäätteellä haetaan inventointilista, minkä jälkeen laite kertoo nimike kerrallaan, mikä tuote pitää laskea.

5.2.2 Vastaanotto, hyllytys ja varaston sisäiset siirrot

Viivakoodijärjestelmään kuuluu tavaran vastaanotto, hyllytys, sekä varaston sisäiset siirrot. Kun tilaus saapuu Aspocompille, varastomies näppäilee käsi-päätteeseen tilausnumeron, tai lukee viivakoodin saapuneesta tilauksesta, jolloin näytölle ilmestyy ostotilaus ja tilausrivit, mitkä varastomies käy läpi ja tarkastaa saapuneiden tuotteiden määrät.

Kun tilaus on käyty läpi, varastomies kuittaa tilauksen vastaanotetuksi, milloin järjestelmä lähettää tiedon Axaptaan saapuneista materiaaleista, minkä jälkeen Axapta lisää tuotteet varastosaldoille. Vastaanoton jälkeen varastomies lisää

tuotteisiin tuotekohtaiset viivakoodit, mikäli valmistaja ei ole lisännyt viivakoodeja valmiiksi. Viivakoodissa ilmenee tuotetiedot, lot-numerot ja hyllypaikka. Mikäli tuotteissa on valmiiksi viivakoodit, varastomies lukee viivakoodin tuotteesta ja vie tavaran hyllyyn viivakoodin osoittamalle paikalle. Jos varastopaikkaa täytyy siirtää, varastomies lukee lähtövarastopaikan viivakoodin ja syöttää siirrettävät määrät sekä kirjaa kohdevarastopaikan laitteelle, joka lähettää tiedon Axaptaan siirretyistä materiaaleista ja määristä.

5.2.3 Varastosta otto tuotantoon

Kemian varastot sijaitsevat ympäri tuotantotiloja, joten kemioiden luovutus voi olla ongelma viivakoodijärjestelmässä. Tiedonkeruupäätteitä voidaan esimerkiksi sijoittaa keskeiselle paikalle kolmeen eri sijaintiin varastoissa. Kun prosessityöntekijä huomaa, että jotain kemikaalia täytyy lisätä, hän ottaa hyllynpäädyssä tiedonkeruulaitteen, kirjautuu sisään henkilö- tai osastokohtaisilla tunnuksilla ja lukee viivakoodin hyllytarrasta. Seuraavaksi työntekijä kirjaa, paljonko kemikaaleja hän ottaa tuotantoon, minkä jälkeen järjestelmä lähettää tiedon Axaptaan, joka vähentää kemian varastosaldoilta automaattisesti.

Yrityksellä on käytössä oma kemianlaboratorio, jonka henkilökunta hakee kemiankylvystä näytteitä ja tulostaa osastoille kemianlisäyslistoja, mikäli jotain kemialla täytyy lisätä kylpyyn. Yksi vaihtoehto on, että viivakoodi lisättäisiin kemianlisäyslistaan, jolloin prosessityöntekijä lukee viivakoodin listalta, minkä jälkeen hän lukisi hyllytarrasta tai tuotteesta viivakoodin, ja järjestelmä vähentää kemiat automaattisesti varastosaldoilta.

5.3 Viivakoodin lukeminen

Viivakoodin lukemiseen Aspocompilla on kaksi eri vaihtoehtoa, käsi- tai mobiilipäätteinen järjestelmä. Käsipäätteinen järjestelmä voi olla joko muistiinkeraävä tai siinä voidaan hyödyntää tehtaan omaa WLAN-verkkoa. WLAN-verkkoa hyödynnettäessä käsipääte lähettää tiedon välittömästi järjestelmälle, kun varastokirjaus tapahtuu. Muistiinkeraävä laite kerää varastotapahtumat laitteen muistiin ja lähettää ne järjestelmälle, kun laite kytketään telakkaansa.

Mikäli valitaan käsipäätteinen järjestelmä, täytyy Axaptan rinnalle luoda niin sanottu sivupalvelin, joka keskustelee Axaptan kanssa. Yrityksellä on käytössä Axapta 4.0 versio, joka ei tue kovinkaan hyvin viivakoodeja, mutta integrointi on kuitenkin mahdollinen.

Axaptalla on olemassa oma mobiilipäätteinen järjestelmä, mitä voitaisiin hyödyntää viivakoodien kanssa. Mikäli valitaan tämä järjestelmä, ei tarvita sivupalvelinta väliin keskustelemaan järjestelmän ja mobiililaitteen välillä. Mobiilipäätteisessä järjestelmässä ei tarvitsisi hankkia kalliita käsipäätteitä, vaan viivakoodin luenta onnistuisi esimerkiksi normaalilla kännykällä tai tabletilla.

5.4 RFID

RFID-järjestelmä ei ole vielä taloudellisesti kannattava ottaa käyttöön Aspocompilla. Ongelmana tulee tunnisteen liittämisen laminaatteihin ja prepregeihin. Prosessityöntekijä käy hakemassa varastosta laminaatteja yksi kerrallaan, mistä johtuen RFID-tunnisteet tulisi olla jokaisessa laminaatissa erikseen.

RFID-järjestelmää voitaisiin hyödyntää mahdollisesti prepreggien osalta kylmävarastossa. Työntekijä hakee kylmävarastosta prepregit temperoitumaan paketti kerrallaan, joten RFID-tunniste voitaisiin liittää pakkaukseen.

Kemian varastoissa ongelma on, että varastot sijaitsevat ympäri tuotantotiloja. RFID:n hyöty perustuu siihen, että RFID-lukijalle asetetaan varaston mitat, ja lukija sijoitetaan oviaukkoon. Kun työntekijä noutaa materiaalin varastosta ja vie sen varastosta ulos, lukija tunnistaa, että varastosta on poistunut materiaali ja vähentää sen automaattisesti varastosaldoilta.

5.5 Taloudelliset hyödyt

Uusi viivakoodijärjestelmä on suuri taloudellinen investointi ja sen hyötyjä on vaikea mitata rahassa. Suurimmat hyödyt ovat virheiden minimointi ja varastosaldon oikeellisuus. Kun varastosaldot pitävät paikkansa, voidaan varastoja mahdollisesti pienentää ja sitä mukaa vähentää yrityksen varaston sitoutunutta pääomaa.

Tyypillisesti viivakoodijärjestelmä säästää työntekijöiltä 10–20 prosenttia työ-aikaa varastotapahtumissa. Järjestelmän myötä tuplatyövaiheet saadaan pois, joten niin sanotun turhan työn määrä puolittuu. Tuplatyövaiheilla tarkoitetaan esimerkiksi materiaalien kirjaamista varastosaldoille ja sieltä pois useaan kertaan. Viivakoodijärjestelmällä saadaan myös vähennettyä saldovirheistä aiheutuvaa lisätyötä tai mahdollisesti jopa toimituksen viivästymistä.

Saldovirheistä voi koitua yritykselle suuriakin tappioita, kun esimerkiksi järjestelmä näyttää, että jotain laminaattia on hyllyssä, mutta kun tuotetta aletaan valmistaa, laminaattia ei löydy. Uuden laminaatin tilaaminen voi kestää useita viikkoja ja pahimmassa tapauksessa asiakassuhteet kärsivät. Lisäksi varastosaldojen selvittämistyöhön menee nykyisellä järjestelmällä turhaa aikaa.

Myös inventointi nopeutuu ja helpottuu viivakoodijärjestelmän avulla, eikä inventointeja tarvitse tehdä enää niin usein kuin nykyisellä järjestelmällä. Yrityksen tavoitteena on varastojen siirtäminen kaupintavarastoiksi, eli yrityksessä sijaitsevat varastot ovat tavarantoimittajien vastuulla. He näkevät päätteeltä, kun jokin materiaali on loppumassa, ja huolehtivat uudesta tilauksesta. Yritys maksaisi tavarasta vain käytön mukaan, joten Aspocompilla ei olisi niin sitoutunutta pääomaa varastoissa niin paljoa.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää eri ratkaisuvaihtoehtoja viivakoodijärjestelmien käyttöönotolle. Tavoitteet saavutettiin, mutta valitettavasti aikataulun puitteissa ei ehditty viivakoodijärjestelmän käyttöönottoa ottaa mukaan opinnäytetyöhön. Jos ja kun yritys päättää investoida viivakoodijärjestelmään, kannattaa se ottaa käyttöön ensin kemikaalivarastoissa, minkä jälkeen sitä voidaan laajentaa laminaatteihin ja prepregeihin ja mahdollisesti myös tulevaisuudessa itse piirilevyihin ja lähetykseen.

Yksi peruste opinnäytetyön aiheelle oli, että yritys haluaisi kemian varastot kaupintavarastoiksi, jolloin Aspocompilla ei olisi niin paljon kiinni pääomaa varastoissa. Jotta toimittajat suostuisivat siirtämään varastot kaupintavarastoiksi, täytyy kemioiden seurannalle olla parempi järjestelmä kuin kerran kuussa tehtävä inventointi. Mikäli viivakoodijärjestelmä otetaan käyttöön, voidaan uusi järjestelmä integroida niin, että työntekijän hakiessa materiaalia varastosta, järjestelmä lähettää automaattisesti tiedon tavarantoimittajalle ja toimittaja voi laskuttaa yritystä sen perusteella.

Opinnäytetyö oli aika teoriapohjainen, mutta asiantuntijapalaverien kautta saatiin kosketusta myös käytännön puoleen. Uudesta järjestelmästä saatiin useita tarjouksia, joiden avulla yritys voi tehdä investointipäätöksen viivakoodijärjestelmälle.

Opinnäytetyön loppupuolella tutustuttiin Axaptan omaan mobiililaittejärjestelmään, johon ei ehditty kuitenkaan tutustua hyvin tai ottaa yhteyttä järjestelmän toimittajien asiantuntijoihin. Yritys voikin jatkotoimena pyytää mobiilijärjestelmän toimittajaa käymään palaverissa ja selvittää, olisiko se parempi vaihtoehto kuin viivakoodijärjestelmä.

Minulla ei ollut etukäteen tietoa tai kokemusta viivakoodeista, mutta opinnäytetyötä tehdessä opin paljon uutta. Opinnäytetyö oli kaiken kaikkiaan mielenkiintoinen ja melko haastava. Lopputulos oli kuitenkin mielestäni hyvä ja vastasi opinnäytetyön tavoitteisiin.

LÄHTEET

1. Aspocomp. Saatavissa: <http://www.aspocomp.com/fi>. Hakupäivä 27.12.2014.
2. Finn-ID:n viivakoodiseminaarin sisältökansio. 21.5.2004. Valkea Talo. Helsinki: Finn-ID.
3. Viivakoodit. PDF-tiedosto. Saatavissa: http://www.gs1.fi/content/download/4705/30095/file/1.4+viivakooditaulu_suomi.pdf. Hakupäivä 8.12.2014.
4. SFS-KÄSIKIRJA 301-1. 2010. RFID Osa 1: Opas. Johdatus tekniikkaan. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
5. GS1-128 – GS1 Viivakoodit – GS1 tuotteet ja ratkaisut – GS1.fi. Helsinki: GS1 Finland Oy. Saatavissa: <http://www.gs1.fi/gs1-tuotteet-ja-ratkaisut/gs1-viivakoodit/gs1-128>. Hakupäivä 8.12.2014.
6. Optiscan Verkkokauppa. Optiscan Group. Saatavissa: <http://www.viivakoodi.fi>. Hakupäivä 11.12.2014.
7. Schenk, Lars – Horn, Frank. Barcode types: Index:: Barcode Software OCX ActiveX : ActiveBarcode. Saatavissa: <http://www.activebarcode.com/codes/>. Hakupäivä 10.12.2014.
8. Reading Code Solution: Sic Marking, industrial reading system, marking and reviewing camera. SIC Marking. Saatavissa: <http://www.sic-marking.com/datamatrix-and-automated-vision-solutions>. Hakupäivä 15.12.2014.
9. Qr-koodit.fi – Qr-koodi. TietoWeb Oy. Saatavissa: <http://www.qr-koodit.fi/qr-koodi>. Hakupäivä 15.12.2014.
10. Dolphin 99EX Mobile Computer – Data Terminal | Honeywell. Saatavissa: <https://www.honeywellaidc.com/en-US/Pages/Product.aspx?category=hand-held-mobile-computer&cat=HSM&pid=99EX>. Hakupäivä 19.12.2014.

11. RFID Lab Finland ry. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/>. Hakupäivä 17.12.2014.
12. Aspocomp Oulu Intranet. Sisäinen dokumentti. Aspocomp.
13. Support for the ZT230 Industrial Printer. Saatavissa: <https://www.zebra.com/us/en/support-downloads/industrial/zt230.html>. Hakupäivä 7.5.2015.

LÄHTÖTETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä:	Tilaaja:
	Kalle Ahola	Aspocomp Group Oyj
	Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot:	
	Pekka Holopainen	
	Työn nimi:	
	Viivakoodijärjestelmän käyttöönoton tutkiminen Aspocompin materiaaliavirassa	
	Työn kuvaus:	
	<p>Aspocompilla ei ole käytössä viivakoodijärjestelmää, joten työn tarkoituksena on selvittää mitä viivakoodijärjestelmän käyttöönotto vaatisi Aspocompilta, niin taloudellisesti kuin muutenkin ja selvittää minkälaisia hyötyjä sillä voitaisiin saavuttaa. Opinnäytetyössä tutustutaan eri viivakoodijärjestelmiin ja pyritään löytämään parhaiten soveltuva Aspocompille. Samalla tutkitaan miten viivakoodijärjestelmä voisi soveltaa tehtaan nykyisen materiaalinohjausjärjestelmän kanssa (axapta).</p> <p>Viivakoodijärjestelmän käyttöönottoa lähdetään tarkastelemaan yhden toimittajan kanssa, josta se voidaan sitten laajentaa kaikkiin toimittajiin aikataulun puitteissa</p>	
	Työn tavoitteet:	
	<p>Löytää hyvin soveltuva viivakoodijärjestelmä sekä mahdollisesti sen käyttöönotto.</p> <p>Viivakoodijärjestelmän tulee olla yhteensopiva tehtaan nykyisen materiaalinohjausjärjestelmän kanssa (axapta)</p>	
	Tavoiteaikataulu:	
	Opinnäytetyön tulisi olla valmis huhtikuun loppuun mennessä, aikataulua tarkennetaan projektin edetessä.	
	Päiväys ja allekirjoitus:	
	05.11.2014	05.11.2014
	Tekijän allekirjoitus	Tilaaajan allekirjoitus
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoitte. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet. 7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. 8. Lähtötietomuistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö. 		